

I.S.S.N.: 1138-2783

Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de Física

(Argumentation in a virtual reality environment: an approach with future Physics teachers)

Fernando Cesar Ferreira

Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD (Brasil)

Ariane Baffa Lourenço

Universidade de São Paulo, USP (Brasil)

Adailton José Alves da Cruz

Allan Henrique Paza

Eriton Rodrigo Botero

Elizabeth Matos Rocha

Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD (Brasil)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511>

Como referenciar este artigo:

Cesar Ferreira, F., Baffa Lourenço, A., Alves da Cruz, A. J., Paza, A. H., Botero, E. R., y Matos Rocha, E. (2021). Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de física. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), pp. 179-195. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27511>

Resumo

Neste trabalho investigamos a promoção da argumentação em ambiente de realidade virtual. Para isso, criamos na plataforma *Sandbox* uma simulação sobre o Lançamento Oblíquo de um Objeto com uma questão problema a ser respondida, sendo: *Existem dois objetos no ambiente da simulação, A e B. Ao fazer lançamentos para acertá-los, qual dos alvos é atingido no menor tempo de voo?*, e a implementamos à 14 licenciandos de cursos de ciências exatas de uma universidade pública brasileira no bojo de uma disciplina sobre materiais didáticos. Os discentes para resolverem o problema trabalharam em duplas em computadores diferentes, em que a interação se deu por meio de um *chat*. As mensagens gravadas nesse recurso foram exportadas para planilhas eletrônicas e analisadas a partir do Quadro Analítico *Rainbow*, o qual configura-se como uma ferramenta à análise de discussões argumentativas em ambientes de Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional. Verificou-se pelos

resultados um movimento assertivo dos licenciandos para a resolução do problema, com predominância de ações focadas à prática argumentativa. Tal resultado direciona o potencial da realidade virtual à promoção da argumentação, à aprendizagem imersiva de conceitos de Física, bem como ao favorecimento da aproximação de futuros professores das demandas colocadas por uma sociedade cada vez mais informatizada, como é o caso do Mundo Virtual.

Palavras-chave: tecnologias digitais; formação de professores; física.

Abstract

In this work, we investigate the use of virtual reality for teaching Physics and its learning potential from an argumentative point of view. For this purpose, we created a simulation on the Sandbox platform concerning the Oblique Launch of Objects besides a problem question to be answered: *There are two objects in the simulation environment, A and B. When making launches to hit them, which target is reached in the shortest flight time?* This simulation was performed by 14 undergraduate students of Science courses at a Brazilian university, during a course about didactic materials. The students solved the problem by working in pairs on different computers, interacting with each other by a *chat* on the same program. The messages were recorded and were exported to sheets to be analyzed by the Rainbow Analytical Framework, which is configured as a tool for the analysis of argumentative discussions in Collaborative Learning environments. The results showed an assertive movement by the undergraduate students to solve the problem, with a predominance of actions focused on argumentative practice. Such results demonstrate the potential of virtual reality to the immersive learning of Physics concepts, as well as favoring the approach of future teachers to the demands placed by an increasingly computerized society, such as the Virtual World.

Keywords: digital technologies; pre-service teacher; physics.

O mundo virtual (MV) caracteriza-se por a partir da tecnologia digital em 3D criar simulação de um ambiente real ou fictício, em que diferentes usuários, representados por avatares, realizam ações e interagem de forma síncrona entre si e com os elementos do ambiente (Corcini et al., 2016; Falcade et al., 2016). Os cenários do MV podem ser modificados em tempo real, constituindo-se em sistemas dinâmicos (Backes & Schlemmer, 2007), e além disso, os usuários podem comunicar-se por meio de ferramentas como *chat*, tarefas entre outras. Apesar de ainda haver muita discussão sobre as características de um MV, neste trabalho considera-se a definição dada por Girvan (2018):

Espaços compartilhados e simulados, habitados e modelados por seus habitantes que são representados como avatares. Esses avatares mediam nossa experiência nesse espaço enquanto se movem, interagem com objetos e interagem com outras pessoas, com quem construímos um entendimento compartilhado do mundo na época (p. 1099).

Essa dinâmica de imersão conferida pelo MV quando usada em contexto escolar pode potencializar a aprendizagem do aluno, visto que o aproxima de situações e fenômenos estudados e o motiva para o aprender, já que atualmente a tecnologia é uma constante na sociedade, em especial, para os usuários em idade escolar. Outra característica do MV é que viabiliza o processo de aprendizagem colaborativa, seja com usuários perto de seu convívio ou distantes geograficamente (Corcini et al., 2016). Nessa perspectiva, o conceito de aprendizagem imersiva se caracteriza, de forma geral, pela relação entre tecnologias digitais 3D e ações educativas visando a construção de conhecimento de maneira significativa e na qual o aluno possa desempenhar um papel ativo (França & Silva, 2019). Para Rocha et al. (2020):

O Immersive learning (I-learning), também conhecida por aprendizagem imersiva, é a modalidade que compreende os processos de aprendizagem que ocorrem em ambientes virtuais tridimensional (3D), os chamados metaversos criados a partir de diferentes tecnologias digitais capazes de propiciar aprendizagem imersiva, por meio do desenvolvimento de Experiências Ficcionalis Virtuais (p. 14).

Dentre os ambientes pertencentes ao MV, encontra-se a plataforma *Sandbox* baseada na tecnologia *Virtual World Framework* (VWF), de modo a não requerer a instalação de programas adicionais além do navegador de internet. Para utilizar esta plataforma, os usuários criam uma conta no servidor e, em seguida, são disponibilizados espaços virtuais para serem editados por um conjunto de ferramentas on-line que permitem: importar e armazenar modelos 3D, *scripts*, texturas ou cenários inteiros, criar *layout* de cenas ou cenários; programar interatividade; arrastar e soltar modelos visuais e comportamentos complexos da paleta de recursos para a cena e convidar, por parte dos usuários, de demais pessoas para participarem da edição e execução de projetos.

Nos últimos anos o *Sandbox*, bem como outras plataformas do MV, vem sendo utilizado em diferentes áreas do conhecimento, como na colaboração e treinamento de equipes (Biagini et al., 2013; Burns et al., 2014) Staging and Mission networks model, the authors propose an approach to support the process of training and preparing transitioning forces during the pre-deployment phase. This approach exploits Modelling and Simulation (M&S) e no contexto educacional (Bakri et al., 2016). Tais ações têm apresentado resultados significativos, em especial, no que tange o processo de ensino-aprendizagem têm contribuído, por exemplo, na implementação de laboratórios 3D virtuais, na criação de ferramentas de design 3D baseada em *web* e no desenvolvimento de atividades de ensino híbrido a partir da visualização 3D de conceitos científicos (Bakri et al., 2016). Além disso, considerando as características do *Sandbox* presume-se que o mesmo possui potencial para promover um ambiente argumentativo. No entanto, estudos para a confirmação de tal hipótese, até onde vai nosso conhecimento, são escassos na literatura da área. À vista disso, na busca de contribuir com a diminuição de tal lacuna, investigamos neste artigo o processo

argumentativo suscitado por licenciandos ao trabalharem colaborativamente em uma simulação no ambiente Sandbox.

A argumentação é compreendida “como uma atividade discursiva que se caracteriza pela defesa de pontos de vista e consideração de perspectivas contrárias” (Leitão, 2007, p. 75). Ao ser promovida em contextos do ensino de ciências a argumentação pode colaborar, por exemplo, na compreensão dos conceitos científicos, na resolução de problemas e no desenvolvimento do pensamento crítico (Fettahhoğlu & Kaleci, 2018; Lourenço et al., 2019; Noroozi & Hatami, 2019; Sá et al., 2014), a partir da apresentação e discussão de argumentos e contra-argumentos. Um argumento, de acordo com o padrão de argumento de Toulmin (Toulmin, 2001), é formado por uma estrutura básica conformada por Dados, Justificativas (afirmações que justificam as conclusões efetuadas) e Conclusões. No argumento pode ser aditado demais elementos para que fique completo, sendo: o Conhecimento Básico (atua como suporte embasado em leis e/ou teorias científicas), Refutação (indica em a circunstância que ocorre a exceção à conclusão) e o Qualificador modal (atribui o grau de confiabilidade das proposições apresentadas) (Lourenço et al., 2019; Sá et al., 2014; Toulmin, 2001).

Para a análise da formação e desenvolvimento dos argumentos em ambientes de aprendizagem, a literatura da área apresenta diferentes caminhos metodológicos (Souza et al., 2015). Dentre eles, lançamos mão do Quadro Analítico *Rainbow* para analisarmos a potencialidade das atividades pautadas no Sandbox à promoção da argumentação. O referido Quadro configura-se como uma ferramenta à análise de discussões argumentativas em ambientes de Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional, como é o caso do *Sandbox*.

Direcionamento do *Sandbox* para o ensino de Física

A adequação do *Sandbox* para o uso do Ensino de Física foi realizada no bojo de um Projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT). O referido projeto tinha como objetivo principal investigar as interações multimodais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem 3D para diferentes áreas do conhecimento. Dentre elas, atividades complementares junto ao laboratório de Física de um curso de Licenciatura em Física à distância de uma universidade pública da região Centro-Oeste do Brasil.

A temática de simulação escolhida para o desenvolvimento do laboratório 3D foi a do Lançamento Oblíquo de um Objeto, e envolveu a seguinte problemática “*Existem dois objetos no ambiente da simulação, A e B. Ao fazer lançamentos para acertá-los, qual dos alvos é atingido no menor tempo de voo?*”. Para a construção da simulação fez-se uso de ferramentas disponíveis nas bibliotecas nativas do *Sandbox* relacionadas à Física, as quais possibilitam controlar/ajustar variáveis como a gravidade, velocidade e ângulo de lançamento de um objeto e medição de

distância e altura. Para acessar a simulação, o usuário faz um cadastro no site e ao adentrar no sistema escolhe um avatar. Em seguida o sistema apresenta orientações sobre como utilizar a plataforma, os comandos para a movimentação do avatar e de como proceder à interação com os objetos do ambiente e o problema de Física a ser resolvido (figura 1).

Figura 1. Quadro com instruções e o problema proposto aos alunos sobre lançamento oblíquo



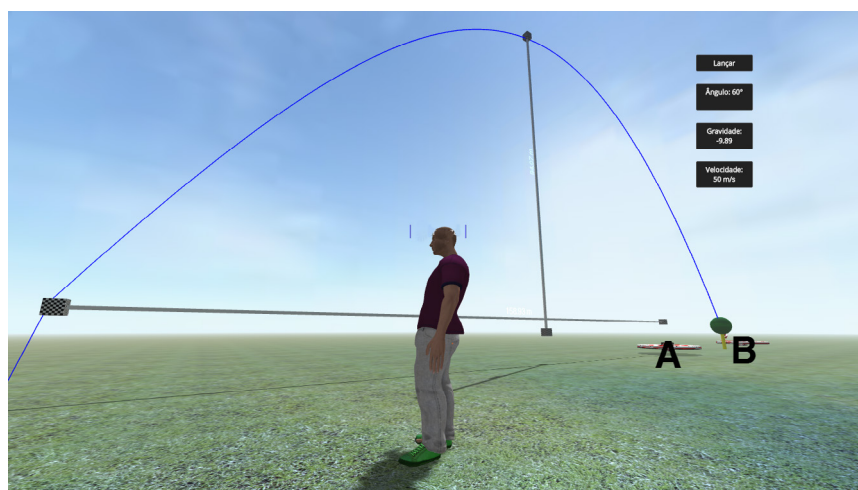
Fonte: Autores.

As ferramentas disponíveis para resolver o problema possibilitam ao usuário inserir valores do ângulo de lançamento e velocidade inicial, alterar a aceleração da gravidade para simular a situação em outros ambientes e lançar o objeto nas condições selecionadas. Para movimentar o avatar dentro da simulação usa-se as teclas direcionais do teclado. Os botões do mouse são utilizados para ampliar ou diminuir o campo de visão, permitindo observar detalhes da simulação como, por exemplo, o ponto de lançamento ou de impacto do objeto, bem como localizar outros avatares. Caso o usuário queira alterar os parâmetros previamente selecionados, como velocidade inicial, ângulo de lançamento e aceleração da gravidade, pode fazer simplesmente clicando no ícone do referido parâmetro localizado no canto superior direito da tela (figura 2). Esclarecemos que na figura 2 as linhas horizontal e vertical são as réguas utilizadas para medição da distância e altura alcançadas no lançamento.

Uma vez realizado o lançamento a trajetória é traçada na tela e um cronômetro registra o tempo de voo, bem como duas réguas, uma horizontal e outra vertical,

medem o alcance e a altura máxima atingidas pelo lançamento. Esclarece-se que os efeitos da resistência do ar ou a forma do objeto apesar de possível de serem programados não foram considerados nesta simulação. A plataforma disponibiliza também um *chat* que fica aberto na tela juntamente com a simulação em que os usuários podem trocar mensagens. A comunicação escrita entre os usuários fica armazenada no sistema e pode ser exportada como planilha eletrônica, com as informações referentes ao texto de cada mensagem, seu horário de publicação e a indicação de quem a fez.

Figura 2. Visualização da trajetória do objeto durante o lançamento oblíquo.



Fonte: Autores.

METODOLOGIA

A simulação criada para estudar o Lançamento Oblíquo de um Objeto foi implementada à alunos matriculados na disciplina de Produção de Material Didático. A disciplina em questão é ofertada no curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública do estado de Mato Grosso do Sul e objetiva preparar o licenciando para o desenvolvimento, implementação e análise de materiais didáticos em contexto escolar. Dos conteúdos estudados na disciplina, encontra-se a temática de simulação computacional para o ensino de Física.

No momento em que esta investigação foi desenvolvida encontravam-se matriculados na disciplina 14 alunos, sendo 11 procedentes do curso de Licenciatura em Física, 02 do curso de Licenciatura em Matemática e 01 do curso de Engenharia de Energia. Esclarecemos que embora tenha um aluno que não fazia parte de cursos de formação de professores, adotaremos no texto o termo licenciando para nos

referirmos aos participantes da simulação, não fazendo assim distinção quanto ao curso de origem.

As atividades desenvolvidas com os licenciandos no tocante ao uso de *Sandbox* foram realizadas em dois momentos. O primeiro envolveu uma aula teórica sobre o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação Digital no contexto escolar e no segundo os licenciandos fizeram uso do *Sandbox*, a partir da seguinte sequência de ações:

- a. apresentação do objetivo da pesquisa aos licenciandos e preenchimento pelos mesmos de um termo de consentimento livre e esclarecido confirmando interesse em participar da investigação;
- b. formação de maneira aleatória de 7 duplas, as quais foram distribuídas pela sala de informática de maneira a que cada integrante da dupla mantivesse certa distância do seu companheiro de dupla, direcionando para que toda a comunicação fosse realizada exclusivamente pela ferramenta *chat*;
- c. apresentação aos licenciandos do problema a ser resolvido, sendo: *Existem dois objetos no ambiente da simulação, A e B. Ao fazer lançamentos para acertá-los, qual dos alvos é atingido no menor tempo de voo?* Para resolverem a referida questão foi disponibilizado aos licenciandos 40 minutos, e findado esse prazo foi promovida uma discussão para que apresentasse suas soluções e para que o professor da disciplina direcionasse e validasse as respostas.

Para analisarmos a potencialidade da atividade desenvolvida na promoção da argumentação dos licenciandos, lançamos mão das conversas realizadas na ferramenta *chat*. Essas foram exportadas para planilhas eletrônicas, separadas em duplas e investigadas com base no Quadro Analítico *Rainbow* (Baker et al., 2007; Souza et al., 2015), o qual apresenta categorias de análise das contribuições de alunos durante atividades colaborativas à promoção da argumentação. Esclarece-se que o referido referencial será apresentado na seção subsequente. No que tange a preparação dos nossos dados à categorização considerando o referencial adotado (Baker et al., 2007; Souza et al., 2015) desenvolvemos o seguinte procedimento:

- a. nomeamos cada dupla usando a letra D seguida de um número sequencial, conformando assim D1, D2... D7;
- b. para identificar os licenciandos em cada dupla utilizamos a nomenclatura L1 e L2, assim exemplificando, D3-L2 corresponde ao licenciando 2 da dupla 3;
- c. separamos as mensagens de cada licenciando em turno, aqui considerado como cada vez que no *chat* havia a mudança do autor das mensagens;
- d. filtramos os turnos que não eram passíveis de classificação, configurados nos que possuíam expressões como “kkkk” ou outras expressões de mesma natureza em que não era possível analisar, com o referencial. Feito tal procedimento chegamos a seguinte quantidade de turnos avaliáveis: D1=117 (121), D2=49 (53),

D3=34 (36), D4=53 (53), D5=34 (40), D6=92 (97) e D7=71 (73). Esclarecemos que o primeiro número de cada dupla corresponde a quantidade de turnos avaliáveis e entre parêntesis o total de turnos identificado no *chat*. Assim, por exemplo a D1 teve 121 turnos em seu *chat*, sendo que desses 117 era passível de análise.

- e. procedemos a classificação dos turnos avaliáveis considerando as categorias de análise propostas no Quadro Analítico *Rainbow*.

Quadro Analítico *Rainbow*

O Quadro Analítico *Rainbow* possibilita a análise das discussões argumentativas por meio de sete categorias principais. As categorias são apresentadas de forma sequencial (quadro 1) e apresentam um foco na natureza epistêmica das contribuições dos alunos durante a etapa de colaboração na resolução de problemáticas. Das categorias propostas há a que as ações não se relacionam com a tarefa solicitada pelo professor e as que de algum modo se relacionam (Souza et al., 2015). Esclarecemos que usaremos doravante a letra C para identificar o termo categoria seguido do seu número determinado pelo referencial.

Das categorias a C1 não corresponde a nenhuma atividade que possa potencializar a argumentação dos alunos quanto a temática de estudo. As demais categorias trazem elementos que podem contribuir com a prática argumentativa, sendo que: C2 representa os aspectos de interações sociais; C3 retrata o gerenciamento dos alunos para a realização da atividade; C4 corresponde a organização da atividade realizada; C5 expressa as opiniões dos alunos quanto a temática em estudo; C6 exprime os argumentos e contra-argumentos vinculados à opinião dos alunos e C7 explora e esquadrinha os contra-argumentos.



Quadro 1. Categorias do quadro analítico *Rainbow*

Categoria	Definição
C1	Comentários que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor
C2	Comentários que se relacionam a aspectos sociais.
C3	Comentários e interações que se relacionam à comunicação como confirmação de presença ou de entendimento das diretrizes fornecidas no ambiente virtual.
C4	Comentários e interações que se relacionam à organização da tarefa.
C5	Comentários relacionados à opinião dos alunos.
C6	Todos os comentários que abarcam argumentos e contra-argumentos usados pelos alunos para apoiar ou refutar uma afirmação.
C7	Todos os comentários que exploram e aprofundam os contra-argumentos.

Fonte: Adaptado de Souza, Cabral, Queiroz (2015). Legenda C= Categoria.

Apresentamos no quadro 2 um exemplo de como a análise foi realizada usando o referencial e os turnos do *chat*. A primeira coluna indica os turnos ao qual o trecho selecionado corresponde, a segunda coluna as mensagens da D3-L1 e a terceira da D3-L2 e a quarta coluna apresenta a classificação. Essa classificação baseou-se no trabalho individual de três autores deste artigo, que inicialmente discutiram sobre seus entendimentos sobre cada categoria, de maneira a chegar a um consenso e depois separadamente analisaram os dados de cada dupla. Após esta etapa os autores promoveram uma discussão conjunta até a obtenção de uma unanimidade quanto às categorias pertinentes a cada turno. Esclarece-se que as mensagens escritas pelos licenciandos serão apresentadas na íntegra, ou seja, sem qualquer correção ortográfica.

Quadro 2. Exemplificação da organização e classificação da interação via *chat* de dois licenciandos ao realizarem o experimento

Turno	<div>   </div>		Categoria
	D3-L1	D3-L2	
31	com o menor ângulo?		C5
32		se tentar 30???	C5
33	sim, e velocidade de 61 vc faz, ou eu faço?		C5/C4
34		pode fazer	C4

Fonte: Autores. Imagens: <https://unsplash.com/> (royalty free)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 ilustra a frequência de cada categoria identificada no *chat* dos licenciandos separados em duplas, bem como o total de cada categoria, considerando a somatória de todas as duplas. Optou-se na apresentação dos dados nessa conformação para que fosse possível identificar e discutir o movimento de argumentação de cada dupla.

Tabela 1. Ocorrências de categorias por dupla

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	TOTAL
D1	0	1	4	37	65	10	0	117
D2	0	0	2	29	17	1	0	49
D3	0	2	0	11	20	1	0	34
D4	0	0	0	17	29	7	0	53
D5	0	0	3	21	10	0	0	34
D6	0	0	6	38	46	2	0	92
D7	0	8	4	13	44	2	0	71
TOTAL	0	11	19	166	231	23	0	

Fonte: dados da pesquisa. Legenda: C= categoria e D= Dupla.

Considerando inicialmente as categorias sem nenhuma frequência, temos a C1 e C7. Trazendo considerações inicialmente sobre a C1, *Comentários que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor*, tem-se que o fato da mesma não ter sido identificada é um caminho promissor de que os licenciandos direcionaram a interação à realização da atividade proposta, visto que de acordo com a literatura (Baker et al., 2007; Souza et al., 2015) a C1 envolve ações que em nada tem relação com o desenvolvimento da atividade, ou seja, em que não ocorre um debate em torno da temática estudada e nem do gerenciamento da atividade.

No que tange a C7, *Todos os comentários que exploram e aprofundam os contra-argumentos*, essa envolve uma habilidade cognitiva mais elevada que as demais, visto que os licenciandos precisam inicialmente apresentarem argumentos/ contra-argumentos e a partir deles promover um aprofundamento da discussão. Para Baker et al. (2007) tal processo envolve a exploração do espaço de debate tendo conhecimento de argumentos variados e aprofundando o espaço de debate de natureza conceitual e argumentativo. Movimentos que claramente apresentam um caráter mais complexos de realização, em especial, pelos sujeitos dessa pesquisa que, até onde vai nosso conhecimento, nunca haviam trabalhado com o ensino explícito da argumentação, o que lhe poderiam dar base para esse processo.

A C2, *Comentários que se relacionam a aspectos sociais*, também apresentou uma baixa frequência, sendo o máximo de 8 ocorrências para D7, de um total de 11, considerando todas as duplas (tabela 1). A referida categoria abarca interações de natureza social como comentários divertidos, expressões de saudação, de despedidas entre outras, que não compreendem interações focadas nas tarefas solicitadas, mas envolvem elementos de uma atividade colaborativa. Tal movimento é esperado visto que como as atividades são desenvolvidas por seres humanos é natural que interações sociais ocorram (Baker et al., 2007). Quanto a esse aspecto Baker et al., também

concebem que “claramente toda interação cognitiva entre as pessoas também tem uma dimensão de relação social” (Baker et al., 2007, p. 329, tradução nossa).

Embora as colocações desta categoria sejam esperadas, considera-se que não devem aparecer com um número alto de ocorrência, pois isso tiraria o foco no desenvolver da tarefa solicitada. Em nossa pesquisa, a quantidade de turnos enquadrados nesta categoria teve baixa ocorrência, o que se pode inferir que os licenciandos seguiram um caminho direcionado na resolução do problema apresentado na atividade. Exemplos de colocações enquadradas nesta categoria podem ser observadas nos trechos a seguir, em que os licenciandos das D3 e D7 trocam expressões relacionadas a saudações que fazem parte de um ritual para iniciar uma interação.

D3-L1 (Turno 1): e ae

D3-L2 (Turno 2): Oi

D7-L1 (Turno 1): oi ^^

D7-L2 (Turno 2): olar, fala cmg

D7-L1 (Turno 3): oi

A C3, *Comentários e interações que se relacionam à comunicação como confirmação de presença ou de entendimento das diretrizes fornecidas no ambiente virtual*, foi identificada em 5 das 7 duplas, com a maior frequência para a D6 com 6 ocorrências, de um total de 19, considerando todas as duplas (tabela 1). Os fragmentos a seguir são exemplos de colocações nessa perspectiva, em que se observa uma interação de verificação de contato em que os licenciandos buscavam confirmação da presença do colega de dupla no ambiente pelo *chat*, o que pode ser observado no trecho a seguir da D5-L1 que solicita por mensagem, em caixa alta, para que a colega responda e da D6-L2 em que o licenciando solicita a atenção do colega. Esses exemplos refletem a necessidade dos licenciandos em terem respostas imediatas, posto que o tempo decorrido das referidas mensagens com relação à anterior foi, em média, de 15 segundos. Outro tipo de colocação era a que os licenciandos apresentavam ou pediam esclarecimentos do que deveria ser feito na atividade, como observado no fragmento de D2-L2.

D5-L1 (Turno 3): ME RESPONDE

D6-L2 (Turno 2): fala cmg

D2-L2 (Turno 2): o que é pra fazer?

A C4, *Comentários e interações que se relacionam à organização da tarefa*, foi detectada para todas as duplas tendo uma frequência mínima de 11 ocorrências para a D3 e de máxima de 38 à D6, de um total de 166, considerando todas as duplas (tabela 1). Foram enquadradas nessa categoria colocações em que os licenciandos gerenciam as atividades para resolverem o problema apresentado, seja no formato

de planejamento do que deve ser discutido ou na análise se o problema foi ou não resolvido. Exemplos dessa categoria são mostrados nos fragmentos a seguir da D4. Nele os licenciandos estão discutindo as variáveis físicas a serem inseridas na simulação para promover o lançamento do objeto. No fragmento a seguir, a discussão feita pela D4 evidencia a apropriação dos licenciandos dos comandos necessários para a alteração de valores, bem como dos instrumentos para medição de altura máxima e distância atingida pelo objeto. Estes dados são necessários para responder à pergunta sobre o tempo de voo (Hewitt, 2017; McLoughlin & Kampen, 2019).

D4-L1 (Turno 3): kd a velocidade?

D4-L2 (Turno 4): do lado direito, lancei

D4-L1 (Turno 5): 144m, 72m do seu lançamento

A C5, *Comentários relacionados à opinião dos alunos*, foi identificada para todas as duplas, sendo o mínimo de 10 para a D5 e máxima de 65 para a D1, de um total de 231, considerando todas as duplas (tabela 1). Consideramos que essa diferença é compatível, ainda que não linear, com o fato da quantidade total de interações ocorridas em D1 ser cerca de 3 vezes maior do que a quantidade registrada em D5. Na C5 os licenciandos expuseram suas opiniões com relação aos elementos concernentes a resolução do problema sobre o Lançamento Oblíquo de um Objeto. A opinião é aqui entendida como sendo um comentário que no momento referente ao turno avaliado não envolvia a defesa e/ou refutação da mesma, ou seja não era composta dos três elementos básico da formação de um argumento, sendo o Dado, a Justificativa e a Conclusão (Toulmin, 2001).

Muitas das opiniões dos licenciandos enquadradas nesta categoria (C5) atuaram como alicerce para a elaboração de argumentos e contra-argumento, à medida em que os alunos buscavam apresentar justificativas a elas. Tal movimento é também apontado na literatura de que quando os sujeitos buscam explicar seus posicionamentos tendem a evoluir a sua opinião para uma prática argumentativa (Boğar, 2019; Silva & Chiaro, 2018; Wang & Buck, 2018). Exemplos de colocações enquadradas na C5 estão apresentadas nos fragmentos a seguir. D1-L1 opina que deveriam ser mantidos os mesmos dados para um novo lançamento e o D3-L1 considera que a partir do lançamento executado poderá tirar conclusões qualitativas do problema.

D1-L1 (Turno 27): tenta de novo agora, com os mesmos valores, do jeito q tava

D3-L1 (Turno 29): e a altura máxima do projétil, isso servira de alguma coisa, acho q aqui tiraremos conclusões qualitativas

A C6, *Todos os comentários que abarcam argumentos e contra-argumentos usados pelos alunos para apoiar ou refutar uma afirmação*, foi identificada em menor quantidade nas mensagens, sendo que D5 não teve ocorrência e máxima

frequência foi 10 para a D1, de um total de 23, considerando todas as duplas (tabela 1). Uma baixa frequência para a referida categoria era esperada, visto que envolve uma maior complexidade cognitiva sendo a apresentação de argumentos e contra-argumentos para embasar colocações focadas à resolução do problema.

Das mensagens enquadradas na C6 tem a da D3, apresentada a seguir nos turnos de 19 a 24, em que se observa os elementos principais que constituem um argumento de acordo com o Esquema de Argumento de Toulmin (Toulmin, 2001), sendo: Dados para o desenvolver da atividade (determinar quais variáveis influenciam no tempo de trajetória de um objeto a percorrer duas distâncias distintas), as Justificativas que sustentam a escolha das variáveis (diminuir ângulo e aumentar velocidade levam a diminuição do tempo da trajetória) e a Conclusão (as variáveis influenciáveis no tempo percorrido por um objeto são a velocidade e o ângulo de lançamento). Considerando o Turno 19 observa que o D3-L1 apresenta seu argumento quanto ao que deve ser feito para resolver o problema apresentado, recebendo de D3-L2 uma manifestação de concordância de maneira direta pela expressão “sim, deve ser”. Frente a isso D3-L1 busca promover um movimento de contra-argumentação por parte colega o incitando a discutir sobre o argumento por ele apresentado o que pode ser visto no Turno 21. Observa-se nos turnos subsequentes que a D3-L1 volta a incitar um posicionamento do colega, recebendo do mesmo uma aceitação do argumento apresentado inicialmente, ou seja, D3-L2 confirma a relação entre ângulo e velocidade de lançamento para o menor tempo de voo.

D3-L1 (Turno 19): é q se diminuir o angulo e aumentar a velocidade, talvez o tempo seja menor, eu acho q é isso mesmo, tentei diminuindo o angulo e aumentando o ângulo, o q vc acha?

D3-L2 (Turno 20): sim, deve ser

D3-L1 (Turno 21): sem discutir nem nada? Hey, converse comigo

D3-L2 (Turno 22): agora foi

D3-L1 (Turno 23): então, qual é sua conclusão?

D3-L2 (Turno 24): menor o angulo e mais velocidade, 3,04

Considerando as discussões promovidas no *chat* de cada dupla, é possível verificar um movimento assertivo para a resolução do problema, ou seja, de que o ângulo e a velocidade de lançamento desempenham papel fundamental no lançamento oblíquo de um objeto. Tal processo é evidenciado em especial nas mensagens classificadas nas categorias C4 a C6. Nessa perspectiva, a C4 por envolver aspectos da organização da tarefa foi em certos momentos basilar para o desenvolvimento das categorias mais direcionadas a argumentação identificadas no trabalho, C5 e C6. Já essas últimas categorias conferiram um ambiente com potencial para o desenvolver da temática em uma perspectiva argumentativa. Tal compreensão é também apresentada no trabalho de Souza, Cabral e Queiroz (2015) que investigaram o processo argumentativo de graduandos em química ao trabalharem, em duplas, em ambiente virtual de aprendizagem. Das conclusões, apresentadas por esses autores,

as relacionadas ao uso do Quadro Analítico *Rainbow* para a análise da argumentação consideram que “A ocorrência de um maior número de mensagens classificadas nas categorias 5, 6 e 7 indica que a discussão se pautou majoritariamente em um debate argumentativo” (Souza et al., 2015, p. 98).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho investigamos o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem 3D, por meio da plataforma *Sandbox*, à promoção da argumentação. Esse processo deu-se nos movimentos realizados pelas duplas de licenciandos em trocarem informações focadas na resolução do problema apresentado na simulação, colocarem dúvidas, refazerem o experimento com diferentes valores para as variáveis de velocidade e ângulo de lançamento e avançarem em direção à resposta correta para a pergunta colocada no início da atividade.

Por meio do uso do Quadro Analítico *Rainbow* foi possível identificar as discussões argumentativas suscitadas pelos licenciandos ao resolverem a problemática apresentada na simulação. Obteve-se que a medida que os licenciandos se apropriavam dos comandos para movimentação do avatar, da alteração dos parâmetros de lançamento, e da simulação em si, faziam um percurso passando por categorias relacionadas à aspectos sociais (C2-C3) para aquelas que exigiam pensamento complexo para relacionar variáveis que influenciavam no tempo de voo do objeto (C4-C6).

Com os resultados deste trabalho infere-se também que as práticas argumentativas articuladas às simulações pautadas na realidade virtual colaboram para atual demanda da sociedade do uso das tecnologias digitais de informação e comunicação no contexto educacional. Diante seu potencial na promoção da argumentação, recomenda-se que ações envolvendo MV, tal como a desenvolvida neste trabalho, sejam realizadas nas instâncias adequadas dos cursos de licenciatura em Física, de maneira a preparar o futuro professor para o processo de aprendizagem imersiva ao ensino de ciências, em uma perspectiva argumentativa.

Findado este trabalho, consideramos que o mesmo pode trazer elementos iniciais para contribuir no preenchimento da lacuna quanto ao olhar do mundo virtual para a promoção da argumentação, em especial no ensino de Física. Novas pesquisas podem ser desenvolvidas no sentido de ampliar a quantidade de sujeitos envolvidos nas atividades, fazer uso de outros referenciais para investigar elementos argumentativos, bem como de discutir que tipo de ações ocorridas no MV mais favorecem o surgimento dos elementos do argumento. Ou seja, estamos diante de uma temática que ainda tem muito a ser explorada, configurando-se em um campo inovador de estudo.

REFERÊNCIAS

- Backes, L., & Schlemmer, E. (2007). Processo de interação na formação de educadores para construção do mundo virtual. *Revista de Ciências Humanas*, 8(10), 29-50.
- Baker, M., Andriessen, J., Lund, K., van Amelsvoort, M., & Quignard, M. (2007). Rainbow: A framework for analysing computer-mediated pedagogical debates. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2-3), 315-357. <https://doi.org/10.1007/s11412-007-9022-4>
- Bakri, H., Allison, C., Miller, A., & Oliver, I. (2016). Virtual Worlds and the 3D Web – Time for Convergence? In C. Allison, L. Morgado, J. Pirker, D. Beck, J. Richter, & C. Gütl (Orgs.), *Immersive Learning Research Network* (29-42). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41769-1_3
- Biagini, M., Trotta, P., & Joy, B. (2013). Immersive Technology Supporting Individual and Collective Training. *Proc. STO Modeling Simulation Group Conf.*, 1-16.
- Boğar, Y. (2019). Synthesis Study on Argumentation in Science Education. *International Education Studies*, 12(9), 1. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n9p1>
- Burns, E., Easter, D., Chadwick, R., Smith, D. A., & Rosengrant, C. (2014). The Virtual World Framework: Collaborative virtual environments on the web. *2014 IEEE Virtual Reality (VR)*, 165-166. <https://doi.org/10.1109/YR.2014.6802103>
- Corcini, L., Medeiros, L., & Moser, A. (2016). Changing Ways for a Better Education: A 3D Gamified Virtual Learning Environment (VLE). *ATINER's Conference Paper Series, EDU2016-1945*, 1-16.
- Falcade, A., Krassmann, A., Freitas, V., Kautzmann, T., & Medina, R. D. (2016). Design Instrucional: Um comparativo de metodologias para definição de abordagem em mundo virtual. *Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 80-89. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.80>
- Fettahhoğlu, P., & Kaleci, D. (2018). Online Argumentation Implementation in the Development of Critical Thinking Disposition. *Journal of Education and Training Studies*, 6(3), 127. <https://doi.org/10.11114/jets.v6i3.2904>
- França, C. R., & Silva, T. da. (2019). A Realidade Virtual e Aumentada e o Ensino de Ciências. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)*, 5(10), Article 10. <https://doi.org/10.31417/educitec.v5i10.414>
- Girvan, C. (2018). What is a virtual world? Definition and classification. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1087-1100. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9577-y>
- Hewitt, P. G. (2017). *Conceptual Physics* (12th edition). Pearson India.
- Leitão, S. (2007). Processos de construção do conhecimento: A argumentação em foco. *Pro-Posições*, 18(3), 75-92.
- Lourenço, A. B., Santos, A. R. dos, Gomes, G. E. A., & Queiroz, S. L. (2019). Construção de mapa conceitual e implicações na prática da argumentação. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, 9(4), 6-28.
- McLoughlin, E., & Kampen, P. van (Orgs.). (2019). *Concepts, Strategies and Models to Enhance Physics Teaching and Learning*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-18137-6>
- Noroozi, O., & Hatami, J. (2019). The effects of online peer feedback and epistemic beliefs on students' argumentation-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 56(5), 548-557.

- <https://doi.org/10.1080/14703297.2018.1431143>
- Rocha, S. S. D., Joye, C. R., & Moreira, M. M. (2020). A Educação a Distância na era digital: Tipologia, variações, uso e possibilidades da educação online. *Research, Society and Development*, 9(6), 10963390. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3390>
- Sá, L. P., Kasseboehmer, A. C., & Queiroz, S. L. (2014). Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: Explorando possibilidades. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 16(3), 147-170. <https://doi.org/10.1590/1983-21172014160307>
- Silva, A. C. da, & Chiaro, S. D. (2018). O impacto da interface entre a aprendizagem baseada em problemas e a argumentação na construção do conhecimento científico. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(3), 82. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n3p82>
- Souza, N. S., Cabral, P. F. O., & Queiroz, S. L. (2015). Argumentação de Graduandos em Química sobre Questões Sociocientíficas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. *Química Nova Na Escola*, 37, 95-109. <https://doi.org/10.5935/0104-8899.20150022>
- Toulmin, S. (2001). *Os usos do argumento*. Martins Fontes.
- Wang, J., & Buck, G. A. (2018). *Exploring the Use of Debate to Enhance Elementary Teacher Candidates' Argumentation Skills*. 30-47.

PERFIL ACADÊMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

Fernando Cesar Ferreira. Licenciado em Física pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Professor na Licenciatura em Física na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da UFGD. Tem experiência na área de Ensino, com ênfase em ensino de Física, formação de professores de Ciências e Educação a Distância. ID: <https://orcid.org/0000-0002-3216-6756>
E-mail: fernandoferreira@ufgd.edu.br

Ariane Baffa Lourenço. Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo e em Educação pela Universidad Autónoma de Madrid. Atualmente é pesquisadora colaboradora da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Ensino, com ênfase em formação de professores, argumentação e mapa conceitual. ID: <https://orcid.org/0000-0002-3743-8095>
E-mail: arianebaffa@gmail.com

Endereço:
Avenida Trabalhador São-carlense, 400
Caixa Postal: 780, CEP: 13566-590
São Carlos - SP - Brasil

Adailton José Alves da Cruz. Coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Formação de professores da Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil. Doutor em Engenharia Elétrica e professor assistente na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia desta instituição. Sua área de interesse é aprendizagem colaborativa e Aprendizagem Baseada em Games. ID: <https://orcid.org/0000-0003-2628-7882>
E-mail: adailtoncruz@ufgd.edu.br

Allan Henrique Paza. Graduado em Sistemas de Informação pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Brasil. Trabalha com desenvolvimento de sistemas computacionais, tem experiência em ambientes virtuais e Educação a Distância. Área de estudo: Tecnologia da Informação e Comunicação na Educação, Engenharia de Software. ID: <https://orcid.org/0000-0002-4377-9566>
E-mail: allanpaza@gmail.com

Eriton Rodrigo Botero. Tem experiência na área de Física dos materiais, com ênfase no estudo de cerâmicas ferroelétricas transparentes. Dedicar-se no estudo das propriedades estruturais de materiais e correlação destas propriedades com as propriedades ferroelétricas dos sistemas estudados. Atualmente dedica-se também à pesquisa de formas inovadoras e atualizadas do ensino de ciências, dando ênfase para o ensino de Física. ID: <https://orcid.org/0000-0003-3531-6016>
E-mail: eritonbotero@ufgd.edu.br

Elizabeth Matos Rocha. Professora da UFGD, líder do Grupo de Pesquisa em Tecnologias Digitais e Educação a Distância (GTED). Licenciada em Ciências com Habilitação em Matemática pela Universidade Castelo Branco. Mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Tem pesquisas e publicações na área de Educação a Distância e Tecnologias Digitais na Educação, com ênfase no ensino de Matemática, formação docente e Educação a Distância. ID: <https://orcid.org/0000-0002-5977-9499>
E-mail: elizabethrocha@ufgd.edu.br

Endereço:
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, FACET-UFGD
Rodovia Dourados/Itahum, Km 12 - Unidade II
Caixa Postal: 364, CEP: 79.804-970
Dourados - Mato Grosso do Sul – Brasil

Data de recebimento do artigo: 14/05/2020

Data de aceite do artigo: 04/08/2020

Data de maquetação: 21/09/2020